

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Toru TOJO, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/809,409

EXAMINER:

FILED: March 26, 2004

FOR: PATTERN INSPECTION APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2003-096692	March 31, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26, 803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

04 S 0023
10/809,409

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 9 6 6 9 2
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 6 6 9 2]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社東芝
株式会社トプコン

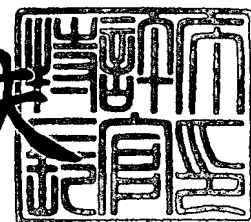
BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 3 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 0 8 0 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000300533

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 パターン欠陥検査装置

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
 究開発センター内

 【氏名】 東條 徹

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
 究開発センター内

 【氏名】 渡辺 利之

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
 究開発センター内

 【氏名】 磯村 育直

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内

 【氏名】 関根 明彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【特許出願人】

 【識別番号】 000220343

 【氏名又は名称】 株式会社 トプコン

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705037

【包括委任状番号】 9007253

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン欠陥検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パターンが形成された被測定試料に光を照射して得られるパターン画像を用いてパターン欠陥を検査するパターン欠陥検査装置であって、

前記試料のパターン形成面又はその反対側の面に所定波長の第 1 の検査光を照射すると共に、前記パターン形成面に第 1 の検査光と波長が等しい第 2 の検査光を照射する手段と、

第 1 の検査光の照射による前記試料からの透過光と第 2 の検査光の照射による前記試料からの反射光とを独立に検出する手段と、

前記試料のパターン形成面に対する光学的結像面近傍に設けられ、前記試料からの透過光と反射光とが、パターンの観察視野内で空間的に分離された視野から得られたものとなるように前記各検査光の照射領域又は検査領域を空間的に分離する手段と、

を具備してなることを特徴とするパターン欠陥検査装置。

【請求項 2】

パターンが形成された被測定試料に光を照射して得られるパターン画像を用いてパターン欠陥を検査するパターン欠陥検査装置であって、

前記試料のパターン形成面と反対側の面に所定波長の第 1 の検査光を照射する第 1 の照射光学系と、

第 1 の検査光の照射による前記試料からの透過光を検出する第 1 の検出センサと、

前記試料のパターン形成面に第 1 の検査光と波長が等しい第 2 の検査光を照射する第 2 の照射光学系と、

第 2 の検査光の照射による前記試料からの反射光を検出する第 2 の検出センサと、

前記試料のパターン形成面と前記各センサとの間の光学的結像面近傍に設けられ、前記試料からの透過光と反射光とを、パターンの観察視野内で空間的に分離

された視野から得られるように分離する空間分離機構と、
を具備してなることを特徴とするパターン欠陥検査装置。

【請求項 3】

前記空間分離機構により分離された透過光を第 1 の検出センサに導く第 1 の検出光学系と、前記空間分離機構により分離された反射光を第 2 の検出センサに導く第 2 の検出光学系とを備えたことを特徴とする請求項 2 記載のパターン欠陥検査装置。

【請求項 4】

第 2 の照射光学系は、前記試料のパターン形成面と前記空間分離機構との間に設けられた偏光ビームスプリッタを有し、この偏光ビームスプリッタは、第 2 の検査光を反射して前記試料のパターン形成面に導くと共に、前記試料からの透過光及び反射光を通過させるものであることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のパターン欠陥検査装置。

【請求項 5】

第 2 の照射光学系は、前記空間分離機構と第 2 の検出センサとの間に設けられた偏光ビームスプリッタを有し、この偏光ビームスプリッタは、第 2 の検査光を透過又は反射して前記空間分離機構に導くと共に、前記空間分離機構を介して得られる前記試料から反射光を反射又は通過させて第 2 の検出センサに導くものであることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のパターン欠陥検査装置。

【請求項 6】

パターンが形成された被測定試料に光を照射して得られるパターン画像を用いてパターン欠陥を検査するパターン欠陥検査装置であって、

前記試料のパターン形成面に所定波長の第 1 の検査光を照射する第 1 の照射光学系と、

第 1 の検査光の照射による前記試料からの透過光を検出する第 1 の検出センサと、

前記試料のパターン形成面に第 1 の検査光とは波長が等しく偏光方向の異なる第 2 の検査光を照射する第 2 の照射光学系と、

第 2 の検査光の照射による前記試料からの反射光を検出する第 2 の検出センサ

と、

前記試料のパターン形成面と第 2 の検出センサとの間の光学的結像面近傍に設けられ、第 1 及び第 2 の検査光を反射又は透過して前記試料のパターン形成面に導き、前記試料からの反射光を透過又は反射して第 2 の検出センサに導く偏光ビームスプリッタと、

を具備してなることを特徴とするパターン欠陥検査装置。

【請求項 7】

前記試料のパターン形成面に対する光学的結像面は、少なくとも前記パターン形成面で観察される観察視野の拡大結像面であり、前記空間分離機構としてミラーを用い、このミラーを光学的結像面から少しずらした位置に固定したことを特徴とする請求項 2 ～ 5 の何れかに記載のパターン欠陥検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パターンの欠陥を検査するパターン欠陥検査装置に係わり、特に半導体素子や液晶ディスプレイ（LCD）を製造するときに使用されるマスク、ウエハ、及び液晶基板等のパターンに含まれる欠陥を検査するパターン欠陥検査装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、大規模 L S I の製作に用いられるマスクの設計データと測定データとを比較してパターンの検査を行うパターン欠陥検査装置において、透過光学系に加えて反射光学系を搭載することにより、検出感度の向上を図ったものが開発されている（非特許文献 1）。この装置では、透過光検査で用いる波長と反射光検査で用いる波長を異ならせることによって、構成される光学系内でフィルタによって波長分離し、それぞれの光を透過・反射検出センサに入れている。

【0 0 0 3】

しかしながら、検出感度を上げるため、さらにはリソグラフィで用いられている波長に合わせた検査を行うために検査波長の短波長化が必要となっており、検

査波長の短波長化によって光学レンズの設計が難しくなり、特に2波長で収差を少なくしたレンズ設計が困難となってきた。このため、100nmの欠陥サイズを検出するような検査装置では、透過・反射の波長を変えた光学システムの採用は難しいという問題が生じてきた。従って、単一の波長を用いて透過と反射画像を得る方法の必要性が出てきた。

【0004】

透過光・反射光の両方で観察する場合、同じ位置を同軸で照射し観察画像を取ることが一般に行われてきた（特許文献1，2）。この方法は、ビームスキャン技術を採用し、透過画像・反射画像取得に十分に考慮された方法ではあるが、同じ領域を観察している場合には何らかの方法で画像を光学的に分離する必要がある。従来のようにフィルタで2波長を分離する場合は光量損失は比較的少ないが、単一波長の場合はハーフミラー等の分離によって行う方法では得られる光量が半分となってくるため、光量損失が大きくなる。

【0005】

また、短波長光源としてはレーザが用いられることが多く、このレーザ光の分離には偏光分離方法が用いられる。しかし、偏光分離では、透過と反射の完全な偏光分離が難しく互いの若干が生じること、偏光効率が短波長偏光ビームスプリッタでは低下してきているため光量低下があること、偏光分離（偏光ビームスプリッタ等）を使用する場合はその光学系の一部に $\lambda/2$ や $\lambda/4$ 板などの偏光板を挿入しなくてはならず、少なからずこの部分の光量の損失があることなどが指摘されている。さらに、被測定試料面に対向する位置に最も光学部品で重要な対物レンズを置く必要があるため、光学系の構成が非常に複雑・高価になる。

【0006】

一方、同一点にビームを照射せず透過光用の照射、反射光用の照射と分離して観察系の同一視野内にビームを照射する、光学系検査方法及び装置が提案されている（特許文献3）。この方法のように観察系を視野内で分離する方式は、最も重要な光学部品である対物レンズを1個しか用いずに構成できることから、上記特許文献1，2の弱点をカバーする方法でもある。

【0007】

しかしながら、入射ビームの照射方法や視野の分離の方法、検出センサへ透過光・反射光を導く方法などで光量的に損失が大きい方法である。特に、反射光束導入部から検出センサへの透過光・反射光分離の考え方に光量損失の検討がなされていないのが欠点である。さらに、反射光束導入部から透過光・反射光検出センサへのそれぞれの部分に独立に変倍できる光学系が導入されていない。検出センサを極接近してレイアウトして検出したとしても、検査に必要な光学倍率とセンサの物理的な大きさの兼ね合いから現実的にセンサを接近して置く設計は難しい。また、この部分で、光束をビームスプリッタで分離する方法も提案されているが、上述したように光量損失の検討がなされていないなど問題が残っている。

【0008】

今後、検査波長が200nm以下と短波長された場合には光量の劣化は最も注意すべき課題である。さらに、上記の文献は、透過光・反射光の得えられる光量の差を検討して透過光・反射光の同時検査を検討してはならず、実運用上は多くの問題が残っている。

【0009】

以下、特許文献3の構成を含めて、従来の短波長光学系で検討されてきた光学システムにおける光量の低下の説明を行う。図9は、透過光・反射光を検出できる光学系の一例を示す図である。

【0010】

レーザ光源154から出射された光は、 $\lambda/2$ 板141によって偏光面を45度回転させ、偏光ビームスプリッタ142 (Polarizing Beam Splitter: PBS) によって透過用光束①と反射用光束②に別けられる。それぞれの偏光状態を、透過光ではP偏光とし、反射光ではS偏光とする。透過光束①は、適当なミラー143、 $\lambda/4$ 板145、コンデンサレンズ144を通して試料146上に円偏光として照射される。試料146を通過した光は対物レンズ147を通り、再度 $\lambda/4$ 板148を通してS偏光になりハーフミラー149を通過し、更に偏光ビームスプリッタ150によって偏光分離させられ、S偏光透過光が透過光検出センサ151に集光する。

【0011】

一方、反射光用光束②はミラー 152 で曲げられ、上述したハーフミラー 149 で反射し $\lambda/4$ 板 148, 対物レンズ 147 を通過しパターンを照射する。試料 146 からの反射光は再度対物レンズ 147, $\lambda/4$ 板 148 を通して P 偏光となりハーフミラー 149 を通過、偏光ビームスプリッタ 150 によって偏光分離させられ、P 偏光反射光が反射光検出センサ 153 に入射する。このような光学系では、反射用光束がハーフミラー 149 を 2 回通るので、その光量は少なくとも $0.5 \times 0.5 = 0.25$ となり、最初の $1/4$ に低減する。

【0012】

図 9 で示した光学系の偏光ビームスプリッタ 142, 150 (PBS), 及びハーフミラー 149 (HM) の配置構成は様々考えられる。これらの配置構成を考慮して光量損失を纏めた結果を下記の (表 1) に示す。ここで、照明光学系と示した部分は光学分離部 (A) を示し、検出光学系と示した部分は光学分離部と検出センサ部との間 (B) を示す。偏光ビームスプリッタ 142 (PBS) によって透過用光束①と反射用光束②に別けられる部分は HM を使用したり、別のレーザー光源 (この場合は同一波長) を用いても可能であるために、光量損失の対象とはしなかった。短波長光学系対応の偏光ビームスプリッタを用いた場合の効率を $0.5 \sim 1.0$ とし、ハーフミラーを用いた場合の損失を 0.5 とした。また、試料面の反射率は光学構成に関係なしに決まるため、試料面での反射率は損失には考慮していない。

【0013】

(表 1) より様々な光学素子を検討したとしても、高々 0.5 程度、即ち半分の光量が得られれば最大ということになる。

【0014】

【表 1】

照明光学系	PBS			HM		
	0.5~1.0			0.25		
検出光学系	PBS	HM	—	PBS	HM	—
	—	0.5	—	0.5~1.0	0.5	—
総合効率	—	0.25~0.5	—	0.125~0.25	0.125	—

【0015】

【特許文献1】

米国特許第5572598号

【0016】

【特許文献2】

米国特許第5563702号

【0017】

【特許文献3】

特公表2002-501194号

【0018】

【非特許文献1】

Photo mask and X-Ray Mask Technology IV, Vol.3096(1997), pp404-414, Performance of cell-shift defect inspection technique

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

このように従来のパターン欠陥検査装置においては、透過光と反射光の両方を利用する考えはあるものの、検査装置に必要な光源パワーの有効活用がなされておらず、且つ短波長化が進んでいる状況の中では検査視野での空間分離に伴う光量損失が大きく、感度が低下する問題があった。

【0020】

本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的とするところは、透過光と反射光の両方を利用して試料上のパターン欠陥を検査することができ、且

つ短波長光学系の検査視野の空間分離に伴う光量損失を抑制して感度の良い検査を行い得るパターン欠陥検査装置を提供することにある。

【0 0 2 1】

【課題を解決するための手段】

(構成)

上記課題を解決するために本発明は、次のような構成を採用している。

【0 0 2 2】

即ち本発明は、パターンが形成された被測定試料に光を照射して得られるパターン画像を用いてパターン欠陥を検査するパターン欠陥検査装置であって、前記試料のパターン形成面又はその反対側の面に所定波長の第 1 の検査光を照射すると共に、前記パターン形成面に第 1 の検査光と波長が等しい第 2 の検査光を照射する手段と、第 1 の検査光の照射による前記試料からの透過光と第 2 の検査光の照射による前記試料からの反射光とを独立に検出する手段と、前記試料のパターン形成面に対する光学的結像面近傍に設けられ、前記試料からの透過光と反射光とが、パターンの観察視野内で空間的に分離された視野から得られたものとなるように前記各検査光の照射領域又は検査領域を空間的に分離する手段とを具備してなることを特徴とする。

【0 0 2 3】

また本発明は、パターンが形成された被測定試料に光を照射して得られるパターン画像を用いてパターン欠陥を検査するパターン欠陥検査装置であって、前記試料のパターン形成面と反対側の面に所定波長の第 1 の検査光を照射する第 1 の照射光学系と、第 1 の検査光の照射による前記試料からの透過光を検出する第 1 の検出センサと、前記試料のパターン形成面に第 1 の検査光と波長が等しい第 2 の検査光を照射する第 2 の照射光学系と、第 2 の検査光の照射による前記試料からの反射光を検出する第 2 の検出センサと、前記試料のパターン形成面と前記各センサとの間の光学的結像面近傍に設けられ、前記試料からの透過光と反射光とを、パターンの観察視野内で空間的に分離された視野から得られるように分離する空間分離機構とを具備してなることを特徴とする。

【0 0 2 4】

また本発明は、パターンが形成された被測定試料に光を照射して得られるパターン画像を用いてパターン欠陥を検査するパターン欠陥検査装置であって、前記試料のパターン形成面に所定波長の第 1 の検査光を照射する第 1 の照射光学系と、第 1 の検査光の照射による前記試料からの透過光を検出する第 1 の検出センサと、前記試料のパターン形成面に第 1 の検査光とは波長が等しく偏光方向の異なる第 2 の検査光を照射する第 2 の照射光学系と、第 2 の検査光の照射による前記試料からの反射光を検出する第 2 の検出センサと、前記試料のパターン形成面と第 2 の検出センサとの間の光学的結像面近傍に設けられ、第 1 及び第 2 の検査光を反射又は透過して前記試料のパターン形成面に導き、前記試料からの反射光を透過又は反射して第 2 の検出センサに導く偏光ビームスプリッタとを具備してなることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものが挙げられる。

【 0 0 2 6 】

(1) 空間分離機構により分離された透過光を第 1 の検出センサに導く第 1 の検出光学系と、空間分離機構により分離された反射光を第 2 の検出センサに導く第 2 の検出光学系とを更に備えたこと。

【 0 0 2 7 】

(2) 第 2 の照射光学系は、試料のパターン形成面と空間分離機構との間に設けられた偏光ビームスプリッタを有し、この偏光ビームスプリッタは、第 2 の検査光を反射して前記試料のパターン形成面に導くと共に、前記試料からの透過光及び反射光を通過させるものであること。

【 0 0 2 8 】

(3) 第 2 の照射光学系は、空間分離機構と第 2 の検出センサとの間に設けられた偏光ビームスプリッタを有し、この偏光ビームスプリッタは、第 2 の検査光を透過又は反射して空間分離機構に導くと共に、空間分離機構を介して得られる試料から反射光を反射又は通過させて第 2 の検出センサに導くものであること。

【 0 0 2 9 】

(4) 試料のパターン形成面に対する光学的結像面は、少なくともパターン形成

面で観察される観察視野の拡大結像面であり、空間分離機構としてミラーを用い、このミラーを光学的結像面から少しずらした位置に固定したこと。

【0 0 3 0】

(5) 試料を搭載し照明光軸と垂直な面 X Y 方向に移動する X Y ステージを備え、パターン画像取得には X Y ステージの 1 軸を連続で移動させて行くと共に、検出センサとして電荷蓄積型の T D I (Time Delay Integration) センサを用いると共に、電荷蓄積型の T D I センサは透過光検査と反射光検査で透過光検出センサの T D I センサの蓄積段と反射光検出センサの蓄積段とを、異ならせて（反射光側の蓄積段を多くして）使用すること。

【0 0 3 1】

(6) 第 1 の検出光学系、第 2 の検出光学系はそれぞれ独立して観察像の倍率を変更することができ、且つそれぞれの倍率に応じて第 1 の照明光学系、第 2 の照明光学系の照明視野を変更できること。

【0 0 3 2】

(7) 透過光検査と反射光検査を同時に実行する際、透過光が通過する第 1 の検出光学系の倍率と反射光が通過する第 2 の検出光学系の倍率とが異なった状態で使用すること。

【0 0 3 3】

(8) 第 1 の検出センサで得られた第 1 の画像の位置と第 2 の検出センサで得られた第 2 の画像の位置とを認識できる機能と、第 1、2 の画像をそれぞれ或いは少なくともどちらか一方に輝度調整、伸縮（倍率）調整、歪み調整、回転調整、センサの蓄積段数指定できる機能とを具備し、必要に応じて透過パターン検査、反射パターン検査或いは透過パターンと反射パターンとを用いた検査とをそれぞれ単独或いは同時に行うことができること。

【0 0 3 4】

(9) 透過パターン検査、反射パターン検査或いは透過パターンと反射パターンとを用いた検査はダイーダイ (Die-to-die) 検査或いはダイーデータベース (Die-to-database) 検査であること。

【0 0 3 5】

(作用)

本発明によれば、検出光学系において透過光と反射光とを分離するために、偏光ビームスプリッタ等ではなく全反射ミラー等からなる空間分離機構を設け、試料からの透過光と反射光とを、パターンを観察視野内で空間的に分離された視野から得られるように分離している。このため、透過光と反射光との分離のために検出光学系において光量損失が生じるのを防止することができる。従って、透過光と反射光の両方を利用して試料上のパターン欠陥を検査することができ、且つ短波長光を用いた場合にあっては検出光学系における光量損失を抑制して感度の良い検査を行うことが可能となる。

【 0 0 3 6 】

【発明の実施の形態】

発明の実施形態を説明する前に、パターン欠陥検査装置の基本的構成について説明しておく。図 7 は、大規模 L S I の製作に用いられるマスクの設計データと測定データとを比較してパターンの検査を行うパターン欠陥検査装置の構成例を示す図である。

【 0 0 3 7 】

この装置では、マスク 6 1 に形成されたパターンにおける被検査領域 8 1 が、図 8 に示されるように、仮想的に幅 W の短冊状の検査ストライプ 8 2 に分割される。この分割された検査ストライプが連続的に走査されるように、図 7 に示す X Y θ テーブル 6 2 に上記マスク 6 1 を搭載し、その内の 1 軸のステージを連続移動させながら検査が実行される。他の 1 軸は上記ストライプ検査が終了したら隣のストライプを観察するためにステップ移動が行われる。

【 0 0 3 8 】

マスク 6 1 は、オートローダ 7 4 とオートローダ制御回路 7 3 を用いて X Y θ テーブル 6 2 の上に載置されるが、テーブルの走行軸に対してパターンが平行になっているとは限らない。そのため、走行軸に平行に搭載できるように θ ステージの上に固定される場合が多い。上記制御は X モータ 7 5, Y モータ 7 6, θ モータ 7 7 とテーブル制御回路 7 8 とを用いて行われる。

【 0 0 3 9 】

マスク 61 に形成されたパターンには、適切な光源 63 によって光が照射される。マスク 61 を透過した光は拡大光学系 64 を介してフォトダイオードアレイ 65 に入射される。フォトダイオードアレイ 65 の上には、図 8 に示す仮想的に分割されたパターンの短冊状領域の一部が拡大され、光学像として結像される。結像状態を良好に保つために拡大光学系 64 がオートフォーカス制御されている。フォトダイオードアレイ 65 上に結像されたパターンの像は、フォトダイオードアレイ 65 によって光電変換され、さらにセンサ回路 66 により A/D 変換される。このセンサ回路 66 から出力された測定画像データは、位置回路 67 から出力された X Y θ テーブル 62 上のマスク 61 の位置を示すデータと共に比較回路 68 に送られる。

【0040】

一方、マスク 61 のパターン形成時に用いた設計データは、磁気ディスク 69 から制御計算機 70 を介して展開回路 71 に読み出される。展開回路 71 では、読み出された設計データが 2 値又は多値の設計画像データに変換され、この設計画像データが参照回路 72 に送られる。参照回路 72 は、送られてきた図形の設計画像データに対して適切なフィルタ処理を施す。このフィルタ処理は、センサ回路 66 から得られた測定パターンデータには、拡大光学系 64 の解像特性やフォトダイオードアレイ 65 のアパーチャ効果等によってフィルタが作用した状態になるため、設計画像データにもフィルタ処理を施して、測定画像データに合わせるために行われる。

【0041】

比較回路 68 は、測定画像データと適切なフィルタ処理が施された設計画像データとを適切なアルゴリズムに従って比較し、一致しない場合には欠陥有りと判定する。

【0042】

上記の装置は、試料からの透過光を集光し検出系に導き画像データを得る方式であるが、透過光のみでは検出しにくい欠陥もあり、透過光と同時に反射光に基づいて欠陥検査を行うことが要望されている。そこで本発明では、透過型の光学系と反射型の光学系の両方を設け、透過光と同時に反射光に基づいて欠陥検査を

行うようにしている。

【0043】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【0044】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係わるパターン欠陥検査装置を説明するためのもので、特に光学システムを示す構成図の一例を示している。光学システム以外の構成は、前記図7と同様に構成すればよい。但し、透過光及び反射光の2つの光を検出するため、比較回路68等を2系統設ける必要がある。

【0045】

適当な短波長レーザ光源1から出た光は、まず適当な光源面を得るために、ビームエキスパンダ(図示せず)を経てハエの目レンズ状の多光源発生装置(図示せず)に導かれる。その後、多光源を1つに合成する照明光学系(例えばケーラ照明光学系;図示せず)に導かれる。ここで、レーザ1の光束はS偏光で調整されているものとする。その後、ハーフミラー2で光束は透過用光束(S偏光)と反射用光束(S偏光)に適当な割合で分離される。

【0046】

透過用光束(S偏光)は、 $\lambda/4$ 板3、透過光視野絞り4、コンデンサレンズ5を通り、被測定試料6を円偏光で照明する。透過光視野絞り4は、透過光の情報を取りたい部分の領域のみを照射するためのものであり、これにより光源の有効活用を図ることができる。被測定試料6を通過した透過光は、対物レンズ7と $\lambda/4$ 板8を通過してP偏光に偏光される。この透過光は、偏光ビームスプリッタ9(PBS、このPBSはP偏光を透過させる)、空間分離機構10を素通りし、第1の検出光学系11(図では破線で示し詳細は省く、主に倍率等を変更するレンズ系が組み込まれている)により、透過光検出センサ(第1の検出センサ)12に集光される。

【0047】

一方、ハーフミラー2で分離された反射用光束(S偏光)は、適当なミラー13と反射用の視野絞り14を介して偏光ビームスプリッタ9へ導かれる。反射用

の視野絞り 1 4 は、透過用視野絞り 4 と異なった領域を照射することによってレーザー光量の有効活用が図られている。偏光ビームスプリッタ 9 で反射光の S 偏光は反射し、 $\lambda/4$ 板 8 と対物レンズ 7 を経て被測定試料 6 のパターン面に到着し円偏光となる。これにより、透過光と反射光とが別の光路を経由してきたのに拘わらず、円偏光でパターン面を照射することができる。被測定試料 6 からの反射光は再度対物レンズ 7 と $\lambda/4$ 板 8 を通って P 偏光に偏光される。今度は P B S 9 を通過し空間分離機構 1 0 に入る。

【 0 0 4 8 】

空間分離機構 1 0 の近傍は被測定試料面の第 1 結像面になっており、その部分での倍率は本設計では約 3 0 倍と被測定試料面より大幅に拡大されている。このため、図に示すように空間分離機構 1 0 は単なるミラー構造で簡単に観察視野の空間分離が可能となっている。従って、上述したように視野の半分を透過用パターンの検出、他の半分を反射用パターンの検出に空間的に分離するように照射を行えば、観察視野を有効に使用することができる。そして、空間分離機構 1 0 での光学像分離用にミラー 1 5 を配置することによって、光量の損失無しに画像の空間分離が簡単に達成できる。

【 0 0 4 9 】

本光学システムでは、この部分に結像面を配置したことに特徴がある。ミラー 1 5 は完全に結像面に配置して良いが、ミラー面が輝度による劣化やゴミ等の影響が懸念される場合は、図に示すように若干デフォーカスする位置に配置すればよい。

【 0 0 5 0 】

空間分離機構 1 0 のミラー 1 5 により反射した被測定試料面からの反射光は第 2 の検出光学系 1 6 （本構造は透過光用の第 1 の検出光学系 1 1 と同様変倍系で構成されている）に入射し、この光学系 1 6 により反射光検出センサ 1 7 （第 2 の検出センサ）に集光される。

【 0 0 5 1 】

本方式による光量の有効活用を先の（表 1）に追加する形で数値を記入した（新方式と記載）ものを、下記の（表 2）に示す。（表 2）中に新方式と記してい

るのが本実施形態である。この（表 2）から分かるように本実施形態では、少なくとも従来方式に比べ 2 倍の光量が得られることになる。反射光学系を実現する上で、この差は非常に有効である。

【 0 0 5 2 】

【表 2】

照明光学系	PBS			HM		
	0.5~1.0			0.25		
検出光学系	PBS	HM	新方式	PBS	HM	新方式
	-	0.5	1.0	0.5~1.0	0.5	1.0
総合効率	-	0.25~0.5	0.5~1.0	0.125~0.25	0.125	0.25

【 0 0 5 3 】

本実施形態の光学システムでは、図 2 に示すように対物レンズの観察視野を分離して使用し、且つ照明視野もその大きさに合わせて照射することで、光源パワーの有効活用が図られている。図中 2 0 は対物レンズ結像面における視野を示している。第 1、第 2 の検出センサが観察している領域はそれぞれ 2 1、2 2 で示されている。検出センサとしては、電荷蓄積型の T D I センサを用いるのが照射エネルギーが少ない場合には最適である。

【 0 0 5 4 】

このように配置された時、図の x 方向が被測定試料を載せたステージが連続に移動する方向となる。ミラー 1 5 の端面の加工精度によって分離できる間隔が決まるが、それ以外の制約によって決まるものではない。理論上ほぼ接近してセンサ領域を設定できる。透過光と反射光のバランスはハーフミラー 2 によって決定することができるが、その分配だけでは十分な反射光量を得られない場合もある。この場合、別々のレーザ光源を準備して光量を得るようにすればよいが、装置が複雑になったり高価となる。

【 0 0 5 5 】

ところが、電荷蓄積型の T D I センサは蓄積段を例えば 1 2 8 段、2 5 6 段と製作することができるし、2 5 6 段用のセンサも 1 2 8 段で使用する事ができる。これにより、光量が少ない場合であっても検査は十分に可能となる。また、

透過光検査と反射光検査で透過光検出センサの T D I センサの蓄積段と反射光検出センサの蓄積段を異ならせて（反射光側の蓄積段を多くして）使用することが、同時検査を実行するときには有効である。この切り替え操作を装置の制御回路から行えるようにして光量に合わせて使用できることは、検査装置として非常に都合のいいものであることは容易に理解できる。

【0 0 5 6】

第 1、第 2 の検出光学系は図 3 に示すように、その主な構造は変倍系で構成されている。例えば、第 1 結像レンズ 2 3 は顕微鏡システムにおいて一般にチューブレンズと呼ばれる結像レンズである。その像を変倍リレー系 2 5, 2 6, 2 7 によって拡大・縮小しセンサ上に再結像する。変倍リレー系 2 5, 2 6, 2 7 は、必ずしも図 3 に示した構成によらなくとも構成可能である。2 4 は第 1 結像点、2 8 は最終結像レンズである。

【0 0 5 7】

これらの検出光学系 1 1, 1 6 の主な目的は観察画像取得時の画像の倍率を変更して使用する場合に用いられる。透過光・反射光のそれぞれの検出光学系は本実施形態の場合は、同じ構造で製作されている。これは検査感度と関連して使用される。

【0 0 5 8】

透過・反射光はそれぞれ独立した検出光学系 1 1, 1 6 に導入され、各々の検出センサ 1 2, 1 7 に入る。独立した理由の 1 つは、多くの場合、透過光・反射光が分離できる結像面はセンサ上になり、その場所での透過・反射光分離を行うには光学系全体が大きくなる欠点があることによる。更に、本実施形態のように独立して変倍系を設けた場合、透過検査と反射検査とで倍率を変えて検査を実行することができるためである。

【0 0 5 9】

検出センサ上で得られる光量は倍率の 2 乗に反比例するため、ちょっとした倍率変更で足りない分の光量を得ることができる。例えば、透過検査では 1 6 0 倍の拡大率で検査を行い、反射検査で 1 3 0 倍の検査で行った場合、1. 5 倍の光量が反射側で得られることになる。透過検査を 1 6 0 倍で行っている場合は反射

検査での130倍の領域は2割程大きく観察されるが、同じ場所を2重で検査することを許容してしまえば特に大きな問題は残らない。反射検査の方が一般に検出感度は高くなる傾向になるため、倍率が下がっても検査全体に与える影響は少ないといえる。これを、電荷蓄積型のTDIセンサの蓄積段の変更と合わせて使うことで、透過光・反射光同時検査が十分可能となる。

【0060】

上述のようにして得られた透過・反射画像を用いて実際に比較検査する手段には、大きく以下の2つの考え方がある。1つは、図4(a)に示すように、透過光検出センサ12、及び反射光検出センサ17からの出力画像を別々に補正回路30、31で補正した後、比較回路29で検査する方法である。もう1つは、図4(b)に示すように、透過光検出センサ12、及び反射光検出センサ17からの出力画像を補正・合成回路32で、それぞれの画像を補正した後、画像を座標が一致するように合成し、得られた画像を使って比較回路29で検査する方法である。

【0061】

このように、センサ後段に補正回路を設けることにより、グローバルゲイン、ダイナミックゲイン、オフセット等を補正することができる。本実施形態ではこれらに加えて、画像の倍率補正と歪み補正、回転補正、位置補正を行える機能を持つ。

【0062】

第1、第2検出光学系の倍率は正確に製作されたとしても、それぞれ完全に一致しているとは限らない。無論、倍率差を持って検査を実行する場合には補正は確実に必要である。また、透過光・反射光は同一視野内で見ているとはいえ、視野内の歪みによって画像は透過観察領域と反射観察領域とで差が発生する。さらに、反射像と透過像を比較する場合、ある時間では別の座標の画像を、それぞれ観察するために同一座標での画像を処理するためには、それぞれの回路に若干の画像メモリを準備しておく必要がある。それぞれに必要な理由は、被検査物の動きが逆転する場合に対応するためである。

【0063】

また、座標軸を合わせるためにセンサの間隔に相当する位置補正量が必要である。蓄えられた画像メモリから、同一位置の画像を抽出するためには必要な情報であり、検査系の倍率変更を行った場合には、位置補正量は変化するため、それらの情報を指定或いは蓄えておくことも必要となる。同様なことは、倍率補正、歪み補正にも言える。このような機能を持つ光学システムが実用的な透過・反射検査を可能とする。

【 0 0 6 4 】

この補正を実現するためには、予めパターンの座標位置が分かっている試料を使って透過像と反射像の倍率差や歪量、回転を含んだ位置の差を測定しておき、これを用いて補正する方法がある。またそれとは別に、検査開始前や検査中に実際のパターンを取り込んで逐次補正しながら検査を行う方法もある。微細なパターンでは透過像と反射像の装置起因の差を測定することは難しいが、比較的大きなパターンを抽出して行えばこれらの測定補正は可能である。

【 0 0 6 5 】

このように本実施形態によれば、従来の方法に比べて光源に必要となる光量を小さくでき、且つ確実に透過・反射画像を取得できる。多くの場合、十分な光量が得られない状態での透過光・反射光の検査は不可能であった。実際、透過光のみの検査を実行し、更に反射光の検査は十分な時間をかけて別途行うなど極めて時間を要していた。これらの問題を一挙に解決して透過光・反射光による同時検査を効果的に行うことができる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態のような視野分離は透過光・反射光の分離によって大幅な視野の拡大を必要としない。センサの大きさは長方形的な大きさであるため、従来は視野の中央に置かれていたが若干移動させるだけで2個のセンサを設置することができる。これは、空間分離という方法がなせるメリットであり、原理的にセンサを限りなく密着させることができるように考え出された光学システム・センサシステムである。従って、従来の光学系を大幅な設計変更無しに透過・反射の良好な画像を高速で得ることができる。

【 0 0 6 7 】

即ち、本実施形態の構成では、透過・反射を同時に行うことができるために装置の稼働率が大幅に向上する。そして、本実施形態の光学系及びセンサ方式をパターンの欠陥を検査する欠陥検査装置に用いた場合、システムを簡素化でき、信頼性が高く、かつ検出感度の高い欠陥検査を高速に行うことが可能となる。

【 0 0 6 8 】

(第 2 の実施形態)

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態に係わるパターン欠陥検査装置を説明するためのもので、特に光学システムを示す構成図の一例を示している。なお、図 1 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【 0 0 6 9 】

本実施形態においても図 1 と同様に、レーザ 1 の光束は S 偏光で調整されているものとする。この光束は、ハーフミラー 2 で透過用光束と反射用光束に適当な割合で分離される。透過用光束は図 1 と同じ方法で透過光検出センサ（第 1 の検出センサ）12 に集光される。しかし、後述する偏光ビームスプリッタ 9 は本実施形態では別の位置に設置されている。

【 0 0 7 0 】

一方、分離した反射用光束（S 偏光）は、適当なミラー 13 と反射用の視野絞り 14 を介して偏光ビームスプリッタ 9 へ導かれるが、その光路は空間分離機構 10 に向かうようにされている。第 1 の実施形態と同様に、反射用の視野絞り 14 は透過用視野絞り 4 と異なった領域を照射することによって、レーザ光量の有効活用を図るものである。

【 0 0 7 1 】

偏光ビームスプリッタ 9（ここでは S 偏光を透過し P 偏光を反射するように設置されている）で透過した反射光（S 偏光）は空間分離機構 10 に入る。空間分離機構 10 の近傍は被測定試料面の第 1 結像面になっており、その部分での倍率は本設計では約 30 倍と被測定試料面より大幅に拡大されている。このため、図 5 に示すように、空間分離機構 10 は単なるミラー構造で簡単に観察視野の空間分離が可能となっている。

【 0 0 7 2 】

ミラー 15 で反射した反射光束は、 $\lambda/4$ 板 8、対物レンズ 7 を経て被測定試料 6 のパターン面に到着し円偏光となる。これで透過光と反射光とが別の光路を経由してきたのに拘わらず、円偏光でパターン面を照射することができる。被測定試料 6 の反射光は、再度対物レンズ 7 と $\lambda/4$ 板 8 を通って P 偏光に偏光される。そして、空間分離機構 10 のミラー 15 に入り、再度反射して P B S 9 に入射する。光学像分離を図示するようにミラー 15 を配置する構造とすることによって、光量の損失無しに画像の空間分離が簡単に達成できる。ミラー 15 は完全に結像面に配置して良いが、ミラー面の輝度による劣化やゴミ等の影響が懸念される場合は、図に示すように若干デフォーカスする位置に配置しても良い。

【0073】

P B S 9 では P 偏光は反射し、結果的に被測定試料 6 からの反射光は第 2 の検出光学系 16（本構造は透過光用の第 1 の検出光学系と同様変倍系で構成されている）に入射し、この光学系 16 により反射光検出センサ 17（第 2 の検出センサ）に導かれる。

【0074】

本実施形態の場合も、光量損失を纏めた結果は先の（表 2）に示した光量となり、従来よりも効果的に反射光を取得することができる。

【0075】

なお、上記第 1，第 2 の実施形態に留まらず、ミラー，ハーフミラー，P B S，空間分離機構等の配置は様々な場合が考えられる。入射光が被測定試料面の一方から照射された場合でも、同様な空間分離機構を結像面に配置することによって、容易に透過・反射画像を得ることができる。分離は上述したように拡大された結象面で行っているため、ミラー構造空間分離方法が採用でき、透過光・反射光の効率的な分離が可能となっている。

【0076】

（第 3 の実施形態）

図 6 は、本発明の第 3 の実施形態に係わるパターン欠陥検査装置を説明するためのもので、特に光学システムを示す構成図の一例を示している。なお、図 1 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【0077】

レーザ等の光源 1 からの光束 (S 波) は、ハーフミラー 2 により一方は反射用、他方は透過用に別けられる。光量の分配は適宜実際の必要光量の応じて設定される。それぞれの光束は視野絞り 4、14 を通り P B S 9 に入り $\lambda/4$ 板 8 によって回転、対物レンズ 7 を通して被測定試料 6 を照明する。この場合の照射領域は、前記図 2 で示したように視野全体或いは 2 個のセンサが必要とする領域のみでよい。本実施形態の場合、透過光・反射光は別々に照射されている。ここで、P B S 9 の配置位置は結像面位置である。こうすることによって、照射領域の分離のためにある強度差を持って確実に照射できる。

【0078】

被測定試料 6 を透過した光はコンデンサレンズ 5 を通って第 1 の検出光学系 10 を経て透過光検出センサ 12 に入る。この場合、コンデンサレンズ 5 は上記対物レンズ並みの高精度化を要求されるため、このシステムでは高価になり不利である欠点を持つ。一方、被測定試料面からの反射光は再度対物レンズ 7、 $\lambda/4$ 板 8 を通って P 偏光となり、P B S 9 を通過し、第 2 の検出光学系 16 を経て反射光検出センサ 17 に入る。

【0079】

このような構成であっても、透過光と反射光の両方に基づいた検査が可能である。

【0080】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0081】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、透過光と反射光の両方を利用してパター

ン欠陥を検査すると共に、試料のパターン面の光学的結像面近傍に設けられた空間的分離機構により、透過光と反射光とを物理的に分離することによって、透過光と反射光の両方を利用して試料上のパターン欠陥を検査することができ、且つ光量損失を伴うことなく短波長光学系の検査視野の空間分離を行うことができ、光量損失を抑制して感度の良い検査を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に係わるパターン欠陥検査装置における光学システムの構成を示す図。

【図 2】

第 1 の実施形態における光学システムの観察視野分離方法の一例を示す図。

【図 3】

第 1 の実施形態における光学システムの変倍系の構成の一例を示す図。

【図 4】

第 1 の実施形態における画像の比較方法を説明するための回路構成を示す図。

【図 5】

第 2 の実施形態に係わるパターン欠陥検査装置における光学システムの構成を示す図。

【図 6】

第 3 の実施形態に係わるパターン欠陥検査装置における光学システムの構成を示す図。

【図 7】

パターン欠陥検査装置の基本的な構成を示す図。

【図 8】

フォトマスクの検査ストライプを説明するための模式図。

【図 9】

従来のパターン欠陥検査装置における光学システム構成の一例を示す図。

【符号の説明】

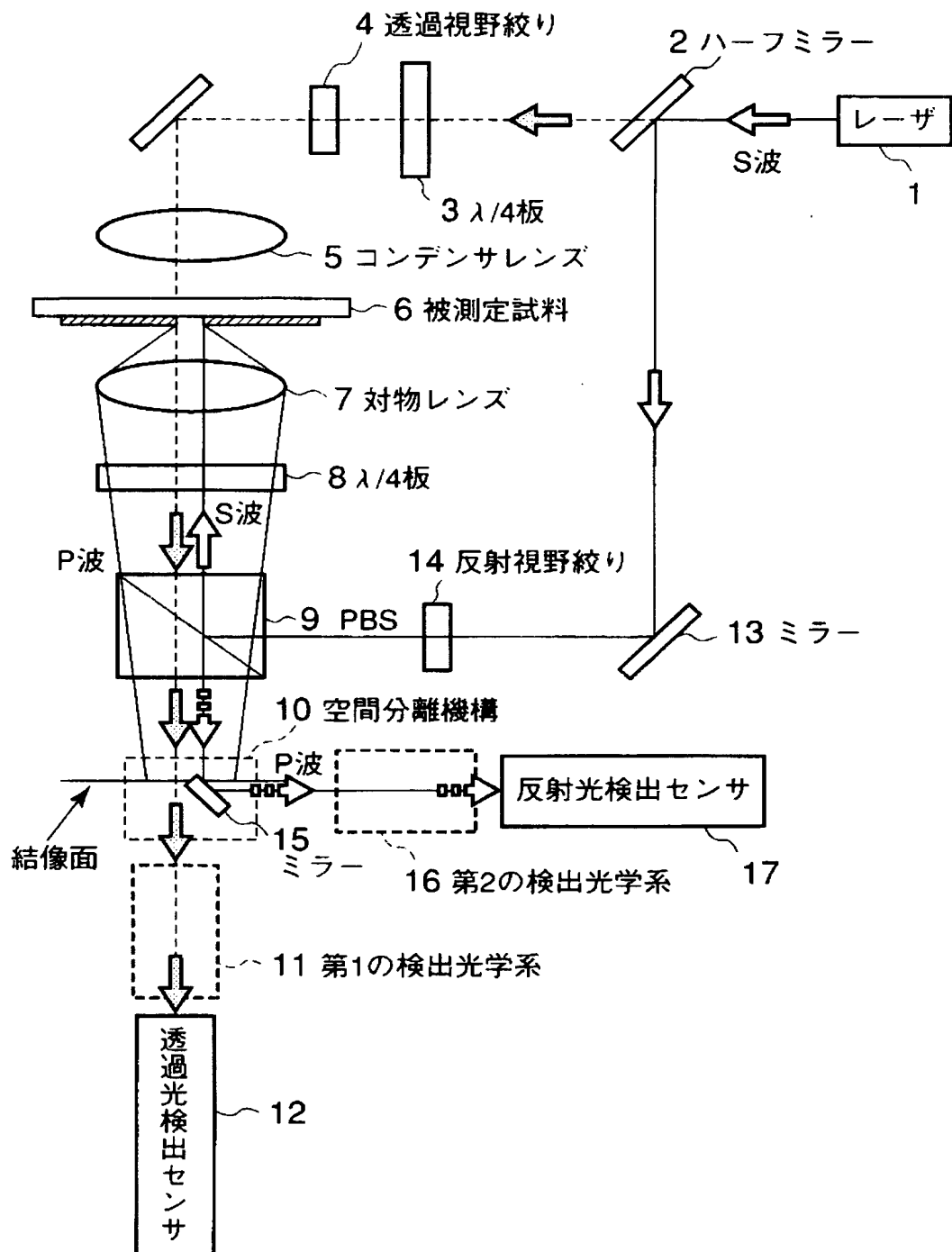
1 … レーザ光源

- 2…ハーフミラー
- 3, 8… $\lambda/4$ 板
- 4…透過光視野絞り
- 5…コンデンサレンズ
- 6…被測定試料
- 7…対物レンズ
- 9…偏光ビームスプリッタ (P B S)
- 1 0…空間分離機構
- 1 1…第 1 の検出光学系
- 1 2…透過光検出センサ (第 1 の検出センサ)
- 1 3, 1 5…ミラー
- 1 4…反射光視野絞り
- 1 6…第 2 の検出光学系
- 1 7…反射光検出センサ (第 2 の検出センサ)
- 2 0…対物レンズ視野
- 2 1, 2 2…観察領域
- 2 3…第 1 結像レンズ
- 2 4…第 1 結像点
- 2 5, 2 6, 2 7…変倍リレー系
- 2 8…最終結像レンズ
- 2 9…比較回路
- 3 0, 3 1…補正回路
- 3 2…補正・合成回路

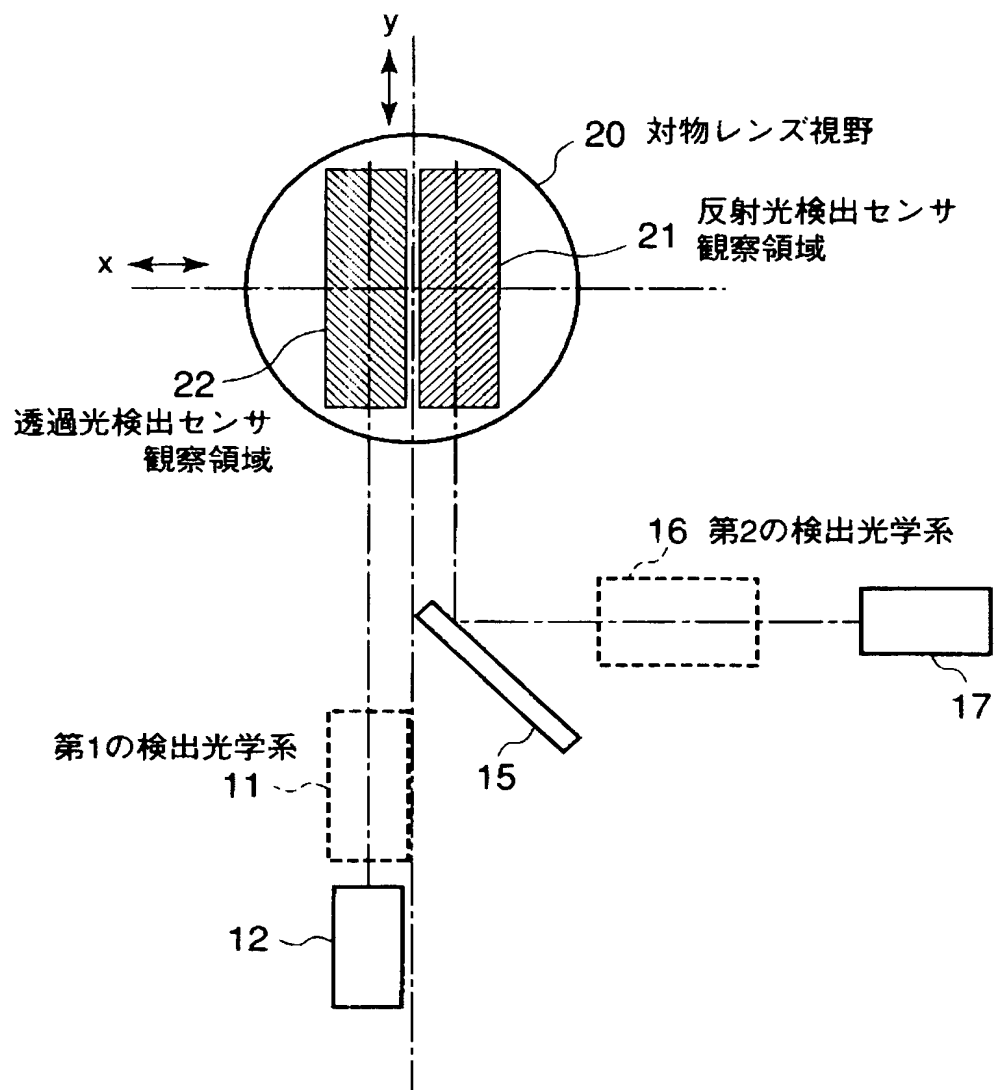
【書類名】

図面

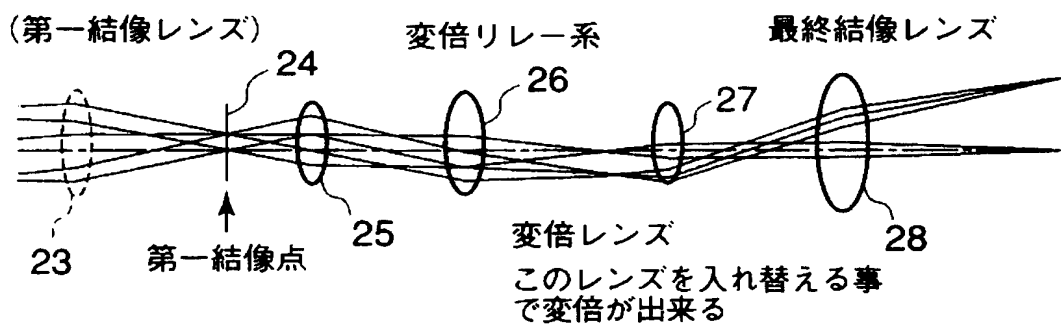
【図 1】



【図 2】

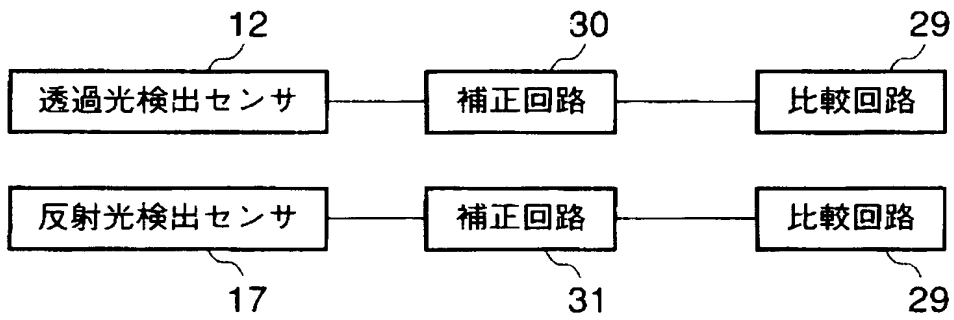


【図 3】

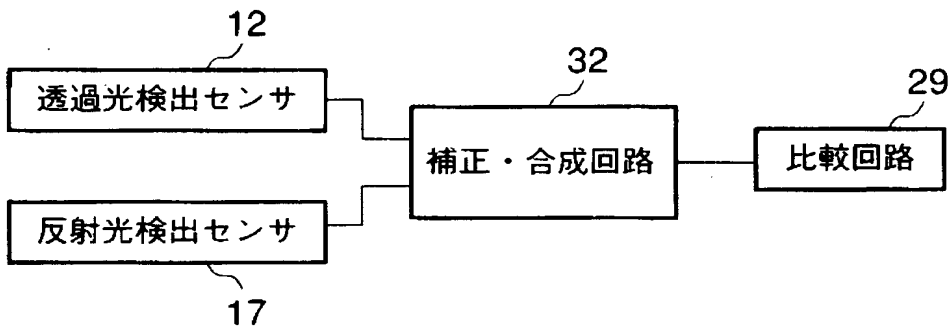


【図 4】

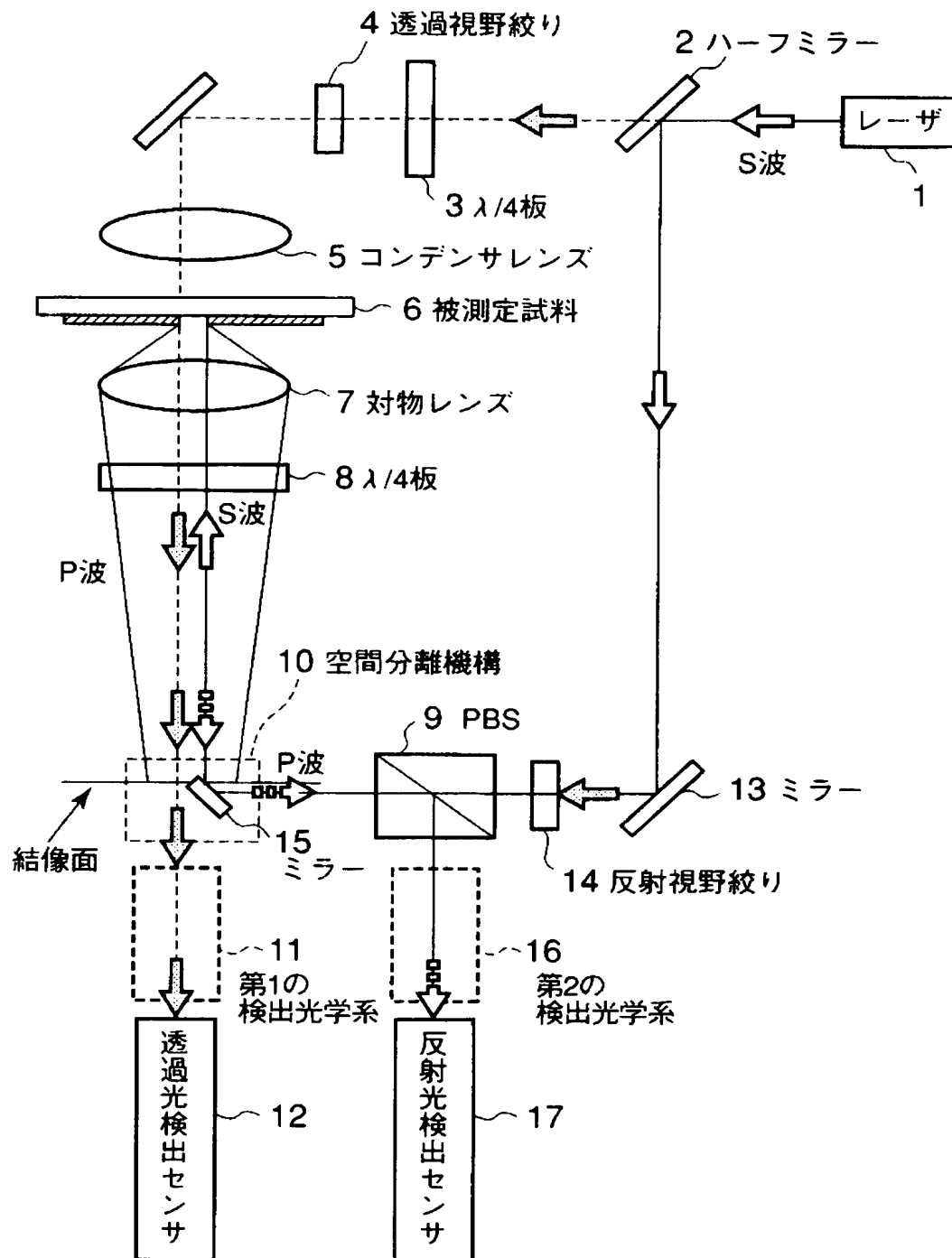
(a)



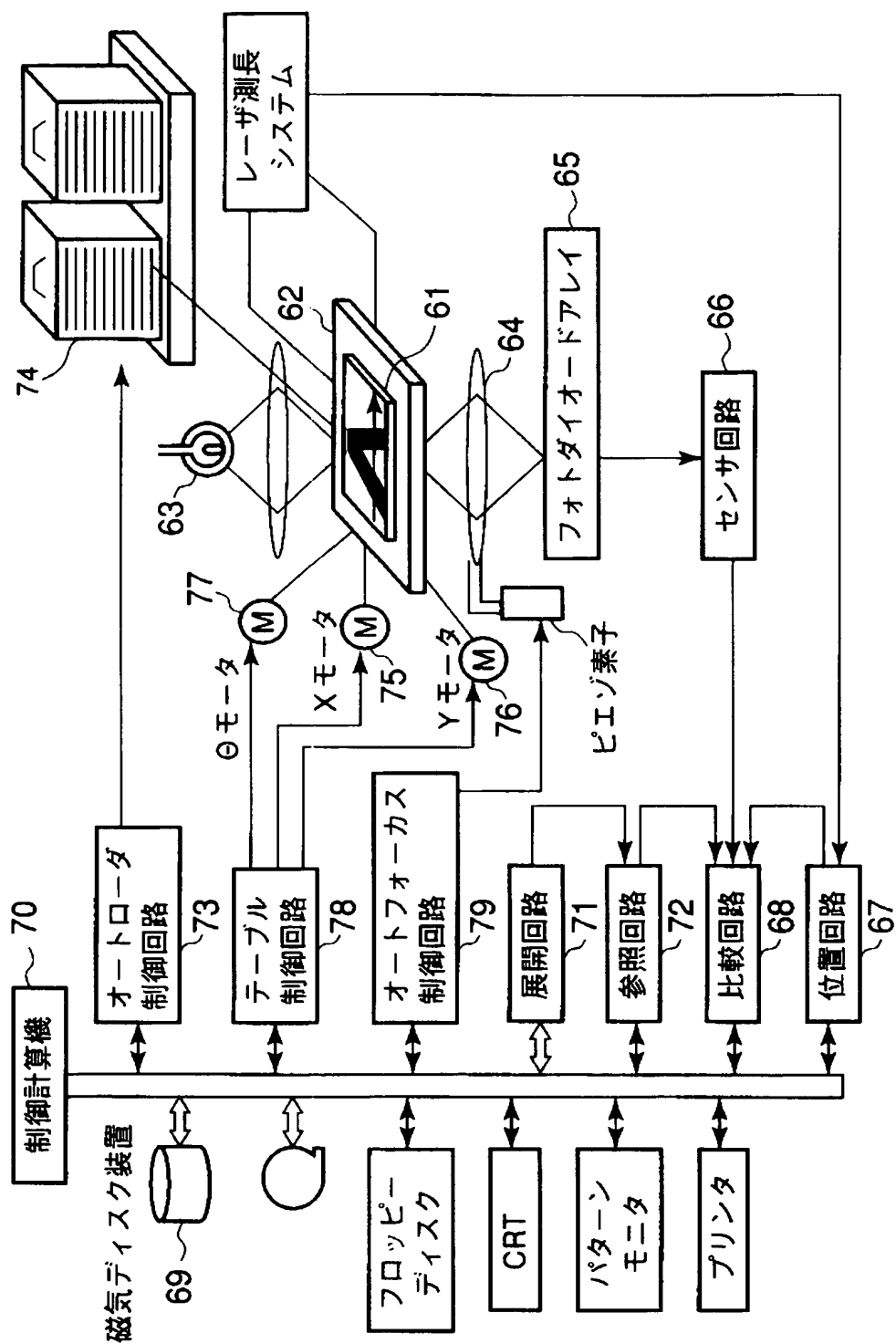
(b)



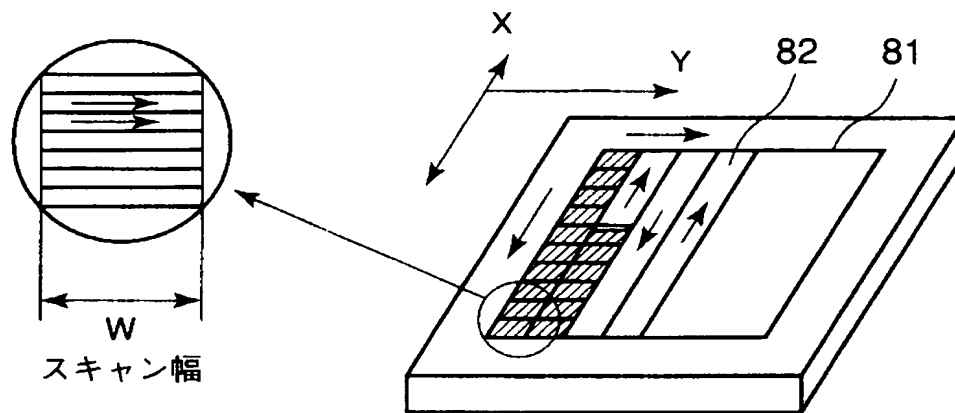
【図 5】



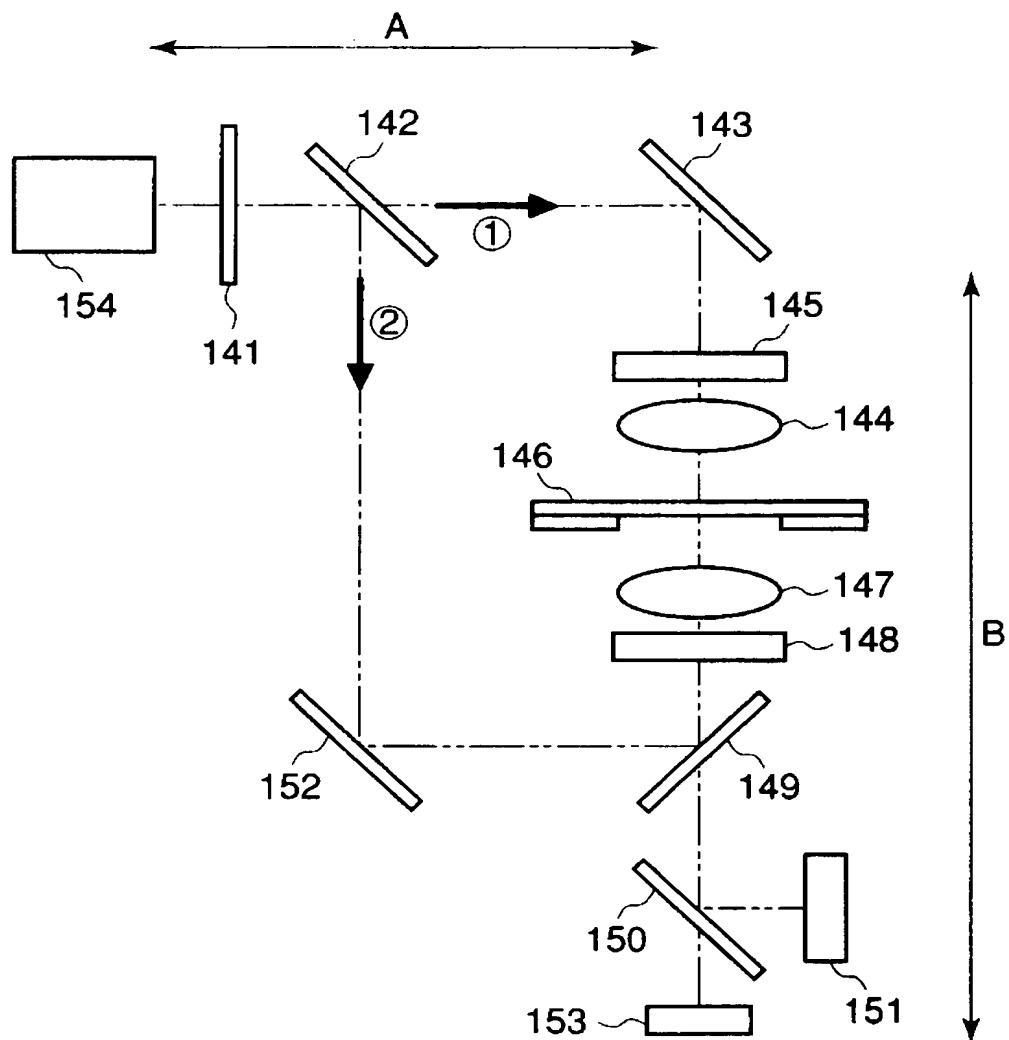
【圖 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 透過光と反射光の両方を利用して試料上の欠陥を検査し、且つ短波長光学系の検査視野の空間分離に伴う光量損失を抑えて感度の良い検査を行う。

【解決手段】 パターンが形成された被測定試料に光を照射して得られるパターン画像を用いてパターン欠陥を検査するパターン欠陥検査装置であって、試料 6 のパターン面と反対面に波長 λ の第 1 の検査光を照射する第 1 の照射光学系と、第 1 の検査光の照射による試料 6 からの透過光を検出する第 1 の検出センサ 1 2 と、試料 6 のパターン面に波長 λ の第 2 の検査光を照射する第 2 の照射光学系と、第 2 の検査光の照射による試料 6 からの反射光を検出する第 2 の検出センサ 1 7 と、試料 6 のパターン面に対する光学的結像面近傍に設けられ、試料 6 からの透過光と反射光とを、パターンの観察視野内で空間的に分離された視野から得られるように分離するミラー 1 5 からなる空間分離機構 1 0 とを備えた。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 6 6 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 7 月 2 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
氏 名	株式会社東芝

特願 2 0 0 3 - 0 9 6 6 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 2 0 3 4 3]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号
氏 名	株式会社トプコン